АКАДЕМИЯ НАУК УССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ
СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

И. П. ЗАХАРЕНКО, Ю. Я. САВЧЕНКО

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АЛМАЗНО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ЗАТОЧКЕ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА СОВМЕСТНО СО СТАЛЬНОЙ ДЕРЖАВКОЙ

Под общей редакцией докт. техн. наук В. Н. БАКУЛЬ

Киев — 1975

А к а д е м и я н а у к У С С Р
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт сверхтвердых материалов

И.П.ЗАХАРЕНКО, Ю.Я.САВЧЕНКО

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АЛМАЗНО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ЗАТОЧКЕ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА СОВМЕСТНО СО СТАЛЬНОЙ ДЕРЖАВКОЙ

Под общей редакцией докт.техн.наук В.Н.Бакуль

Киев - 1975

При обработке твердосплавного инструмента наиболее часто применяется технология, включающая заточку (шлифование) кругами из карбида кремния зеленого (КЗ) или электрокорунда белого (ЭБ) и доводку твердосплавной режущей части алмазными кругами. Эта технология не обеспечивает высоких технико-экономических показателей и качества обработки режущего инструмента.

Создание и организация массового производства синтетических алмазов и высокоэффективного инструмента из них позволили внедрить прогрессивные методы обработки режущего инструмента, в том числе алмазно-электролитический метод, сочетающий собственно алмазное шлифование, процессы электрохимического растворения поверхностного слоя обрабатываемого материала и электроэрозионные явления, способствующие самозатачиванию круга и стабильному поддержанию его режущей способности.

Алмазно-электролитический метод находит все большее применение при обработке различного инструмента, так как позволяет увеличить производительность и обрабатывать одновременно твердосплавную пластинку и стальную державку, совмещает операции заточки и доводки, улучшает качество обработанного инструмента (устраняет микротрещины, сколы, прижоги, внутренние напряжения) и тем самым повышает общий срок его службы.

Настоящие рекомендации разработаны Институтом сверхтвердых материалов АН УССР на основании лабораторных исследований и производственных испытаний алмазно-электролитической обработки (заточки и плоского шлифования торцом круга) твердосплавного инструмента совместно со стальной державкой.

I. ВЫБОР СПОСОБА ШЛИФОВАНИЯ

При алмазно-электролитической обработке (АЭО) твердосплавного инструмента наиболее эффективными являются упругий с осцилляцией и глубинный способы шлифования. Первый способ целесообразно применять при заточке резцов и некоторых других инструментов, а второй – при плоском торцовом шлифовании и заточке многолезвийного инструмента. Наибольшую производительность можно обеспечить при врезном способе шлифования, но при этом алмазный круг изнашивается в радиальном сечении неравномерно и более интенсивно, чем при упругом с осцилляцией и глубинном способах. Ухудшается

также чистота обработанной поверхности. Жесткий многопроходный способ шлифования при алмазно-электролитической обработке наименее эффективный.

Относительная эффективность различных способов обработки твердого сплава со сталью при одинаковых условиях и оптимальных режимах резания приведена в табл.I.

Таблица I

Способ шлифования	Поправочные коэффициенты на показатели А90		
	Удельный расход алмазов	Производительность	Стоимость обработки
Упругий с осцилляцией	1,0	I,00	I,0
Упругий врезной	I,3	I,30	I,I
Жесткий многопроходный	I,5	0,70	I,5
Жесткий глубинный	1,0	0,95	I,I

В настоящее время отечественной промышленностью для алмазно-электролитической обработки твердосплавного инструмента выпускаются станки, при использовании которых можно применять упругий с осцилляцией или глубинный способ шлифования. Так, на станках мод.3623 и 3Е6249, предназначенных для заточки резцов, обработку осуществляют упругим шлифованием, а на станках, предназначенных для заточки осевого и концевого режущего инструмента (мод.3672), фрезерных головок (мод.39667), резцов по передней грани и стружколомающих порожков (мод.36263), плоского шлифования торцом алмазного круга (мод.39731) - глубинным способом.

2. ВЫБОР ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛМАЗНЫХ КРУГОВ

Высокую технико-экономическую эффективность алмазно-электролитической обработки твердосплавного инструмента можно обеспечить при правильном выборе характеристики алмазных кругов: формы и размеров, связки, марки, зернистости и концентрации алмазов.

Форма и размеры алмазных кругов выбираются согласно ГОСТам 16167 - 70 ÷ 16181-70 в зависимости от конструкции и размеров затачиваемого инструмента, характера выполняемой технологической операции и применяемого оборудования для заточки и шлифования.

Диаметр круга, ширину и толщину его алмазоносного слоя, исходя из технологических возможностей, следует выбирать наибольшими, что позволит повысить производительность обработки и уменьшить удельный расход алмазов, а также снизить их относительную стоимость в инструменте.

Связка алмазных кругов является одним из важнейших факторов, определяющих работоспособность алмазного инструмента.

Для алмазно-электролитической обработки применяются круги на двухэлектропроводных металлических основах: медно-алюминиевой (Cu - Al) и медно-оловянной (Cu - Sn). Выбор связки того или иного типа зависит от конкретных технико-экономических требований производства и условий обработки. При совместном шлифовании твердого сплава и стали практически в любом их соотношении, при съеме больших припусков и при большой площади контакта наиболее целесообразно использовать алмазные круги на связке МОІЭЭ (основа Cu - Al). В случаях, когда необходима высокая износостойкость и кромкостойкость при съеме малых припусков и объемов металла, а также при обработке небольших поверхностей инструмента следует применять круги на связке МС2 и МС6 (основа Cu-Sn). Так, использование инструмента на этих связках обеспечивает высокую эффективность при глубинном алмазно-электролитическом шлифовании цельнотвердосплавного мелкоразмерного инструмента (шарошки, сверла).

Относительная эффективность алмазных кругов на различных связках соответственно с основой Cu-Al и Cu-Sn представлена в табл.2.

Марка алмазов. Синтетические алмазы повышенной прочности марки АСР в кругах на связке МОІЭЭ обладают наилучшей работоспособностью. При работе с большими удельными нагрузками кругами на связках с медно-оловянной основой и при концентрации алмазов в круге менее 100% целесообразно применять более прочные алмазы марки АСВ. Металлизация алмазов в инструменте позволяет снизить их удельный расход, но наряду с этим уменьшается и производительность обработки.

Таблица 2

Связка	Основа	Поправочные коэффициенты на показатели АЭО		
		Удельный расход алмазов	Производительность	Стоимость обработки
М01Э9	Cu-Al	I,0	I,0	I,0
М04		I,4	I,I	I,2
МВI		I,5	I,0	I,3
М5-5		I,4	I,0	I,3
МС2	Cu-Sn	I,0	I,0	I,0
МС6		5,0	I,4	I,0
МI		6,5	0,8	I,6
фирмы F.Wendt		4,0	0,5	I,8

В табл.3 приведены поправочные коэффициенты на удельный расход алмазов, производительность и стоимость обработки при заточке твердых сплавов вместе со сталью 45 кругами на связке М01Э9 с алмазами различных марок.

Таблица 3

Марки алмазов	Поправочные коэффициенты на показатели АЭО		
	Удельный расход алмазов	Производительность	Стоимость обработки
АСР	I,0	I,0	I,0
АСР (металлизированные)	0,8	0,8	I,0
АСВ	I,2	I,I	I,2
АСК	I,8	0,9	3,8
А	I,6	0,8	5,I

Зернистость алмазов в значительной мере определяет эффективность процесса электролитической обработки, так как зерна алмазов обеспечивают необходимый межэлектродный зазор, удаляют тончайший растворенный слой и срезают часть нерастворенного материала.

Наименьшую стоимость совместной обработки твердого сплава со сталью обеспечивают круги зернистостью 160/125 - 250/200 на связке М0139 и 100/80 - 125/100 на связке МС2. Максимальную производительность позволяют получить алмазные круги зернистостью 100/80 - 125/100 на связке М0139 и минимальный износ - круги зернистостью 100/80 - 125/100 на связке МС2 и 200/160 - 250/200 на связке М0139. Поправочные коэффициенты на удельный расход алмазов, производительность и стоимость обработки в зависимости от зернистости алмазов представлены в табл.4.

Таблица 4

Зернистость алмазов	Поправочные коэффициенты на показатели А90					
	Удельный расход алмазов в кругах на связке		Производительность кругов на связке		Стоимость обработки кругами на связке	
	М0139	МС2	М0139	МС2	М0139	МС2
63/50	2,4	4,0	1,0	1,0	1,7	1,2
100/80	1,6	1,0	1,1	1,0	1,2	1,0
125/100	1,6	1,0	1,1	1,0	1,2	1,0
160/125	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	1,2
200/160	0,7	0,9	0,8	0,8	1,1	1,2
250/200	0,6	0,8	0,8	0,7	1,1	1,3

Наименьшую шероховатость обработанной поверхности, радиус округления и зазубренность режущей кромки обеспечивают круги на связке М0139 зернистостью 63/50-100/80. Использование кругов зернистостью алмазов в диапазоне 63/50 - 250/200 приводит к увеличению шероховатости обработанной поверхности примерно на

один класс. В кругах на связке МС2 применение алмазов зернистостью 63/50 нежелательно, так как при этом резко увеличивается интенсивность контактно-дуговых разрядов, вследствие которых на обработанной поверхности появляются следы электрической эрозии, существенно ухудшающие качество твердосплавного инструмента. В табл.5 приведены рекомендации по выбору зернистости алмазов для кругов на связке М0139 и МС2 в зависимости от качества обработки режущей части инструмента.

Таблица 5

Зернистость алмазов	Связка	Шероховатость поверхности		Радиус округления режущей кромки ρ, мкм	Зазубренность режущей кромки h_3, мкм
		Среднеарифметическое отклонение профиля Ra, мкм	класс чистоты поверхности		
63/50-100/80	М0139	0,10-0,13	10в-10а	7-8	2-3
125/100-250/200		0,19-0,26	9в-9а	8-12	4-5
63/50	МС2	0,30-0,35	8в	9-10	5-6
100/80-160/125		0,10-0,16	10в-10а	7-9	4-7
200/160-250/200		0,17-0,21	9в-9б	11-12	10-11

Концентрация алмазов. Экономически наиболее выгодной является 100% - ная концентрация алмазов марки АСР, при которой обеспечивается стабильная работа кругов. Алмазы марки АСВ можно использовать при меньшей концентрации их в круге (25 - 75%). В табл.6 приведены поправочные коэффициенты на удельный расход алмазов, производительность и стоимость обработки при заточке твердых сплавов вместе со сталью 45 кругами АСР 160/125 - МО 139 с различной концентрацией алмазов.

Таблица 6

Концентрация алмазов, %	Поправочные коэффициенты на показатели АЭО		
	Удельный расход алмазов	Производительность	Стоимость обработки
50	I,I	I,0	I,3
75	I,I	I,0	I,I
I00	I,0	I,0	I,0
I25	I,7	I,0	I,3

3. ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Режимы резания при обработке твердосплавного инструмента не могут быть постоянными, они зависят от характеристики алмазных кругов и других условий обработки (способа шлифования, площади контакта, обрабатываемого материала и т.д.).

Напряжение на электродах является основным электрическим параметром алмазно-электролитической обработки. Плотность тока - величина производная, она зависит от многих факторов: напряжения, площади контакта и межэлектродного зазора, а также от электропроводности электролита, связки круга и обрабатываемого материала. Наименьшая стоимость обработки обеспечивается при напряжении на электродах 6 - 8в.

Высокая эффективность алмазно-электролитической обработки по сравнению с обычной обработкой без тока достигается за счет резкого улучшения режущей способности алмазных кругов и их производительности.

Поправочные коэффициенты на удельный расход алмазов, производительность и стоимость обработки в зависимости от напряжения при использовании алмазных кругов на связках М0139 и МС2 оптимальной характеристики представлены в табл.7.

Таблица 7

Напряжение, в	Поправочные коэффициенты на показатели АЭО					
	Удельный расход алмазов в кругах на связке		Производительность кругов на связке		Стоимость обработки кругами на связке	
	М01Э9	МС2	М01Э9	МС2	М01Э9	МС2
0	0,7	2,3	0,4	0,4	1,8	2,5
4	0,8	2,0	0,5	0,4	1,4	2,2
6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
8	1,3	2,0	1,1	1,1	1,1	1,0
10	1,4	6,0	1,2	1,2	1,1	1,2
12	1,6	-	1,2	-	1,2	-

Алмазно-электролитическую обработку твердосплавного инструмента можно осуществлять без выхаживания или с выхаживанием (отключением источника технологического тока в конце процесса заточки). Выхаживание позволяет получить более острую режущую кромку и блестящую поверхность (товарный вид) по сравнению с заточкой без выхаживания. Согласно проведенным стойкостным испытаниям для чернового резания металлов целесообразно использовать твердосплавный инструмент, заточенный алмазно-электролитическим способом без выхаживания, а для чистового резания - твердосплавный инструмент, заточенный с выхаживанием.

Контактное давление при упругом способе заточки твердосплавного инструмента из всех элементов режима резания оказывает наибольшее влияние на эффективность процесса. Оптимальная величина давления, главным образом, зависит от связки алмазного круга, площади контакта и обрабатываемого материала. При совместной обработке твердого сплава со сталью кругами на связке М01Э9 с шириной рабочего слоя 20 мм рекомендуются следующие значения контактного давления:

- для площади поверхности шлифования $F = 2,5\text{-}8,0$ см^2 давление определяется согласно зависимости

$$P = \frac{20}{F} \quad \text{кгс/см}^2,$$

где F - площадь поверхности шлифования, $см^2$;

- для F = 0,5 - 2,5 $см^2$ - P = 7 - 10 $кгс/см^2$;
- для алмазных кругов с шириной рабочего слоя 10 мм (F = 1-2 $см^2$) - P = 4,5 - 6,0 $кгс/см^2$;
- для алмазных кругов на связке МС2 с шириной рабочего слоя 20 мм (F = 1-2 $см^2$) - P = 12-15 $кгс/см^2$.

При обработке одного твердого сплава (F = 1-2 $см^2$) кругами на связке М013Э с шириной рабочего слоя 20 мм оптимальное контактное давление P = 12 - 15 $кгс/см^2$.

В табл.8 приведены поправочные коэффициенты на показатели алмазно-электролитической заточки твердого сплава вместе со сталью кругами соответственно на связке М013Э и МС2 с шириной рабочего слоя 20 мм в зависимости от контактного давления.

Таблица 8

Контактное давление, $кгс/см^2$	Поправочные коэффициенты на					
	Удельный расход алмазов в кругах на связке		Производительность кругов на связке		Стоимость обработки кругами на связке	
	М013Э	МС2	М013Э	МС2	М013Э	МС2
3,0	1,3	-	0,5	-	1,5	-
6,0	1,1	2,5	0,8	0,8	1,2	1,4
7,5	1,0	1,6	1,0	0,8	1,0	1,3
9,0	1,3	1,3	1,2	0,8	1,0	1,2
12,0	1,4	1,0	1,5	1,0	1,1	1,0
13,5	1,4	1,3	1,6	1,0	1,1	1,1

Продольная и поперечная подачи. Глубинное шлифование (заточку) твердосплавного инструмента наиболее выгодно осуществлять при продольной подаче 0,2-0,4 м/мин и поперечной подаче (глубине шлифования) 0,3 - 1,0 мм/дв.ход, то есть при произведении $S_{пр} \times S_{поп}$ = 0,12 - 0,20 м/мин x мм/дв.ход.

Скорость круга. Оптимальное значение скорости вращения круга с увеличением зернистости применяемых алмазных кругов от 100/80 до 250/200 и напряжения тока от 4 до 10в изменяется от 25 до 35 м/сек,т.е. для определенного значения зернистости и напряжения имеется свое значение скорости резания, при которой стоимость обработки минимальна. Для кругов зернистостью 160/125 (М0139) и 100/80 (МС2), обеспечивающих наименьшую стоимость обработки, рекомендуется скорость резания 25 - 30 м/сек. В табл.9 приведены поправочные коэффициенты на удельный расход алмазов, производительность и стоимость обработки в зависимости от скорости круга при использовании кругов с различной зернистостью.

Частота осцилляции в диапазоне 30 - 90 дв.ход/мин незначительно влияет на работоспособность алмазных кругов. Учитывая особенности механизма осцилляции, при упругой алмазно-электролитической обработке наиболее целесообразно применять частоту осцилляции в пределах 50 - 70 дв.ход/мин.

4. ВЫБОР СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА И УСЛОВИЙ ЕГО ПОДАЧИ

Важнейшим условием повышения технико-экономической эффективности алмазно-электролитической обработки твердосплавного инструмента является правильный выбор состава электролита, так как он в наибольшей степени влияет на величину выхода по току и долю электрохимических процессов в съеме припуска.

Универсального электролита, работающего одинаково хорошо при обработке различных по составу материалов, пока не существует. Поэтому для каждого материала необходимо применять наиболее рациональный состав электролита. Для обработки твердого сплава совместно со сталью рекомендуется специально разработанный в ИСМ АН УССР электролит следующего состава (в вес.%):

азотнокислый калий - 5,0;
азотистокислый натрий - 2,0;
фосфорнокислый натрий трехзамещенный - I,0;
углекислый натрий - I,0;
в о д а - 9I,0.

Таблица 9

Скорость круга, м/сек	Поправочные коэффициенты на показатели АЭО								
	Удельный расход алмазов при зернистости круга			Производительность при зернистости круга			Стоимость обработки при зернистости круга		
	100/80	160/125	250/200	100/80	160/125	250/200	100/80	160/125	250/200
15	1,2	1,6	2,2	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3
20	1,2	1,3	1,8	1,0	0,9	1,1	1,2	1,1	1,2
25	1,0	1,1	1,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2
30	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1
35	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0
40	1,2	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0

Данный состав отвечает всем основным требованиям, которые предъявляются к электролитам:

- имеет высокую электропроводность и обеспечивает интенсивный съем материала при наименьшей стоимости обработки;
- обладает хорошими антикоррозийными свойствами и оптимальным водородным показателем pH;
- хорошо растворяет продукты реакций и длительное время сохраняет свои свойства;
- является нетоксичным, дешевым и доступным.

Наиболее эффективным способом доступа электролита в межэлектродный зазор при торцовом шлифовании является подача в центр круга не вмонтированный в его выточку отражательный диск с расходом 4 - 5 л/мин. С целью обеспечения равномерного и более интенсивного попадания электролита в межэлектродный зазор, повышения производительности и снижения стоимости обработки отражательный диск целесообразно выполнять с радиальными канавками.

На рис.I показана схема устройства для подачи электролита, а на рис.2 - отдельно диск с канавками, выполненными через каждые 25 - 30^0 на расстоянии (0,3 - 0,5)R от центра диска и наклоненными к торцу диска под углом $\alpha = 2\text{-}3^0$. Отношение ширины канавки к ее глубине не должно превышать двух ($\frac{b}{h} \leqslant 2$).

Электролит, попадая в виде струи из трубопровода в центр отражательного диска, разбивается на множество мелких капель, а с него под действием центробежных сил, возникающих при вращении шлифовального круга, по радиальным канавкам непрерывно поступает в межэлектродный зазор.

В табл.I0 приведены поправочные коэффициенты на удельный расход алмазов, производительность и стоимость обработки твердого сплава вместе со сталью 45 при различных способах подачи и расходе электролита.

При алмазно-электролитической обработке твердосплавного инструмента с большой площадью контакта (более 5 - I0 $см^2$) и съеме больших припусков экономически целесообразно применять специальные алмазные круги с канавками на торцовой рабочей поверхности, разработанные в Институте сверхтвердых материалов.

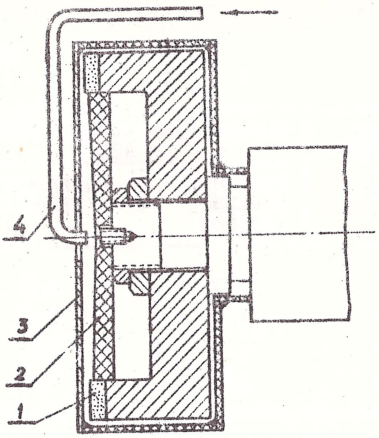

Рис.I. Устройство для подачи электролита: I – алмазный круг, 2 – диск, 3 – кожух, 4 – трубопровод

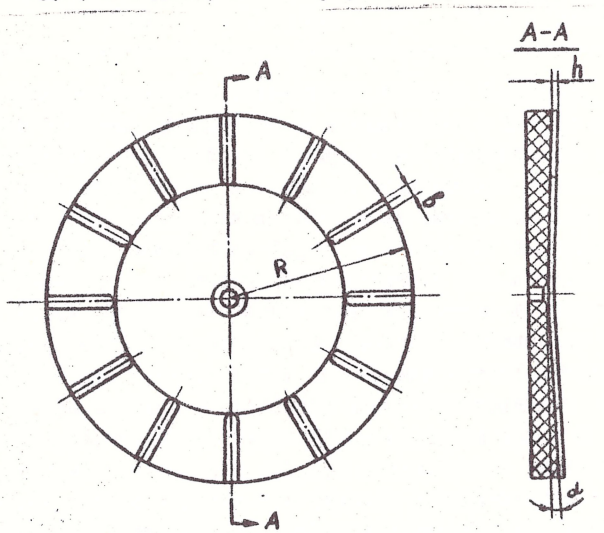

Рис. 2 . Отражательный диск с канавками

Таблица IO

Подача электролита	Расход электролита, л/мин	Поправочные коэффициенты на показатели АЭО		
		Удельный расход алмазов	Производительность	Стоимость обработки
На гладкий отражательный диск	3	I,4	0,8	I,3
	4	I,I	0,9	I,I
	5	I,0	I,0	I,0
	6	I,3	0,9	I,2
На отражательный диск с канавками	5	0,8	I,I	0,8
В зону шлифования	5	I,4	0,9	I,3

На рис.3 показан такой круг, состоящий из корпуса I, рабочего слоя 2 с канавками 3 и каналами 4. Канавки выполняются в виде сопряженного перехода от радиального к тангенциальному направлению с последующим их выходом через каналы, расположенные под рабочим слоем, на периферию корпуса круга. Благодаря такой конструкции канавок электролит непрерывно поступает в их полость и находится под избыточным давлением, что позволяет ему обильно смачивать и охлаждать контактные поверхности круга и обрабатываемого материала, активно участвовать в электрохимических процессах и уносить отходы шлифования через каналы; это существенно повышает производительность обработки и снижает износ круга.

С целью меньшего загрязнения электролита в процессе работы необходимо использовать бак для электролита емкостью не менее IOO л и производить очистку его методом отстоя или центрифугирования. При двухсменной работе электролит необходимо менять не реже чем через IO дней. В случае нагревания электролита в процессе работы до температуры 70–80°С его целесообразно дополнительно охлаждать.

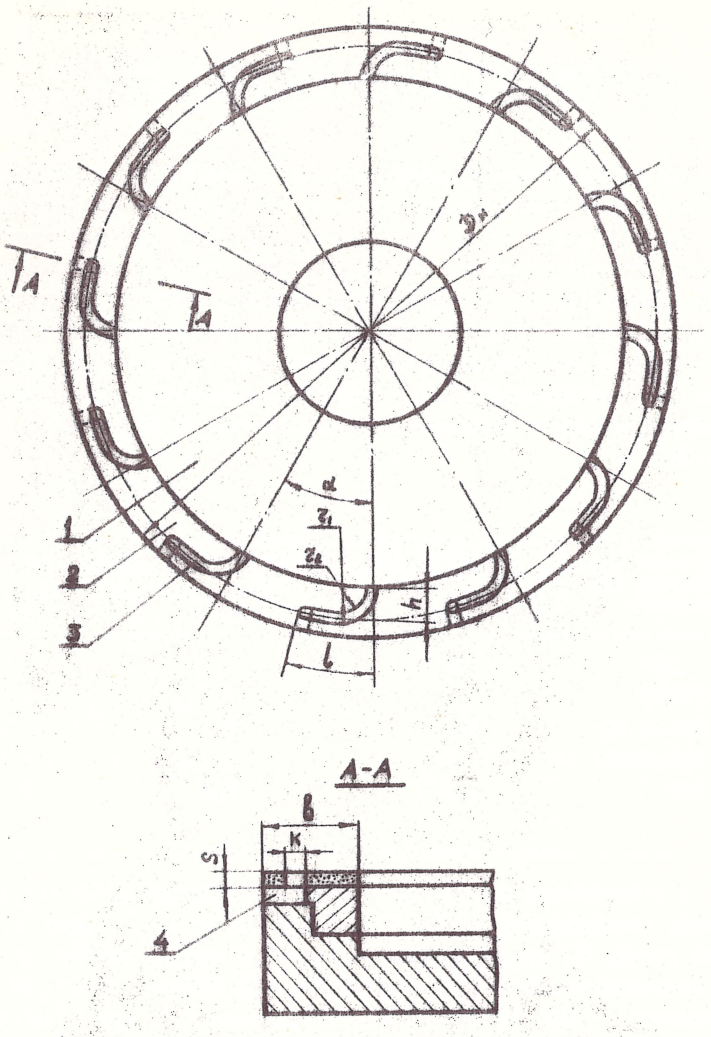

Рис. 3 . Специальный алмазный круг с канавками

5. ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ АЛМАЗНО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Экспериментально установлено, что наиболее производительно обрабатывается конструкционная сталь 45, наименее производительно - быстрорежущая сталь Р18. Обрабатываемость твердых сплавов и твердых сплавов совместно со сталью занимает промежуточное положение. Стоимость обработки твердых сплавов, стали 45 и твердого сплава совместно со сталью наименьшая, а быстрорежущей стали Р18 - наибольшая. Поправочные коэффициенты на удельный расход алмазов, производительность и стоимость обработки в зависимости от обрабатываемого инструментального материала представлены в табл.II.

Таблица II

Марки инструментальных материалов	Поправочные коэффициенты на показатели АЭО		
	Удельный расход алмазов	Производительность	Стоимость обработки
ВК8	I,0	I,0	I,0
Т14К8	I,I	I,I	I,0
Сталь 45	I,9	2,5	I,0
ВК8+сталь 45	I,5	I,I	I,I
Р18	I,3	0,4	3,4

С увеличением содержания кобальта в однокарбидных твердых сплавах вольфрамовой группы ВК и в двухкарбидных- титано-вольфрамовой группы ТК при их обработке удельный расход алмазов повышается, производительность съема материала для сплавов группы ВК увеличивается, а для сплавов группы ТК уменьшается. При обработке сплавов ТК производительность в I,I-2 раза и удельный расход алмазов в I,I-I,7 раза выше, чем при обработке сплавов ВК. В табл. I2 приведены поправочные коэффициенты, характеризующие обрабатываемость твердых сплавов различных марок алмазно-электролитическим методом.

Таблица I2

Марки твердых сплавов	Поправочные коэффициенты на показатели АЭО		
	Удельный расход алмазов	Производительность	Стоимость обработки
ВК2	0,8	0,5	I,5
ВК3	0,8	0,6	I,4
ВК4	I,0	0,8	I,2
ВК6 - ВК8	I,0	I,0	I,0
ВКIO- ВК15	I,I	I,0	I,I
ВК20	I,3	I,0	I,I
Т30К4	0,9	I,7	0,7
Т15К6	I,I	I,4	0,8
Т14К8	I,I	I,I	I,0
Т5К10	I,3	I,I	I,I

Алмазно-электролитическую заточку твердосплавного инструмента можно производить практически в любом соотношении обрабатываемых поверхностей твердого сплава и стали, однако следует иметь в виду, что с увеличением поверхности стали возрастает удельный расход алмазов. При использовании специальных алмазных кругов на связке МОI39 с канавками в рабочем слое (см.рис.3) и соблюдении настоящих рекомендаций можно эффективно обрабатывать твердосплавные инструменты (ножи к торцовым фрезам и др.) даже при соотношении обрабатываемых поверхностей твердого сплава и стали I : 6 и более. При этом правильно подобранные круги (в соответствии с настоящими рекомендациями) в процессе шлифования не засаливаются и сохраняют свои режущие свойства.

Если же возникает необходимость в правке круга (при устранении дефектного слоя или биения его рабочей поверхности), то наиболее эффективно ее осуществлять при обратной полярности источника технологического тока на следующих режимах резания: напряжение источника тока 6 - I0 в, скорость круга 25-30 м/сек, продольная подача 0,3 - 0,5 м/мин, поперечная подача 0,05-0,06 мм/дв.ход.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛМАЗНО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ЗАТОЧКИ

В производственных условиях технико-экономическую эффективность алмазно-электролитической заточки твердосплавного инструмента по сравнению с заточкой его кругами из обычных абразивов и доводкой алмазными кругами определяют по следующим показателям: трудоемкость обработки, удельный расход обычных абразивов и алмазов, качество заточки, сравнительная экономическая эффективность различных вариантов заточки, количество допускаемых переточек и срок службы инструмента.

Трудоемкость обработки определяется с помощью хронометражных наблюдений по оперативному времени, включающему основное и вспомогательное время по каждой операции, а также время на чистоту и правку абразивных и алмазных кругов. Результаты хронометражных наблюдений заносятся в карты испытаний и обрабатываются по правилам математической статистики.

Удельный расход обычных абразивов и алмазов определяют по количеству абразивов (в г) или алмазов (в мг), расходуемых на обработку одного инструмента (г/шт, мг/шт).

Расход обычных абразивов (КЗ и ЭБ) определяют по результатам полной амортизации пяти кругов, при этом в зависимости от диаметра круга замеры расхода абразивного слоя производят 3-5 раз до его полного износа.

Расход алмазных кругов можно также определять по весовому (q_p, мг/г) и объемному (q_v, мг/см^3) удельному расходу алмазов, затрачиваемых на съем единицы веса или объема материала обрабатываемого инструмента. Количество израсходованных алмазов определяется методом весового или линейного измерения износа рабочего слоя круга. При применении весового метода расход алмазов (в мг) устанавливают по формуле

$$Q = \Delta P_{кр} \cdot \alpha ,$$

где $\Delta P_{кр}$ – разность веса круга до и после работы, мг;

α – коэффициент, определяющий весовое содержание алмазов в рабочем слое круга.

Значение коэффициента α в зависимости от концентрации для кругов из синтетических алмазов на различных связках приведено в табл. 13.

Таблица 13

Связка	Значение коэффициента α при концентрации, %		
	50	100	150
М0139	0,106	0,217	0,333
М013	0,124	0,247	0,371
М04	0,108	0,221	0,337
МВ1	0,110	0,223	0,340
МС2	0,062	0,133	0,216
МС6	0,068	0,147	0,236
М1	0,057	0,120	0,198
Б1*	0,220	0,413	0,584
Б8*	0,159	0,275	-
К1	0,212	0,403	0,572

* Расчет произведен для кругов из металлизированных алмазов со 125%-ным (вес.) покрытием.

В качестве измерительных приборов при применении метода линейных измерений можно использовать оптические длиномеры ИЗВ-1, ИЗВ-2 и др., микронный или обычный индикатор; при этом расход алмазов в мг определяется по формуле:

$$Q = \Delta h \cdot \beta ,$$

где Δh - линейный износ алмазоносного слоя круга за время обработки партии инструментов, мкм;

β - коэффициент, характеризующий содержание алмазов в мг в алмазоносном слое толщиной 1 мкм.

Значение коэффициента β определяется по формуле

$$\beta = \frac{K \cdot 200}{h} ,$$

где K - количество алмазов в круге по паспорту (маркировке);
h - высота алмазоносного слоя круга по паспорту, мкм.

Количество сошлифованного материала определяется взвешиванием партий инструментов до и после их заточки.

Результаты определения удельного расхода алмазов и обычных абразивов по каждой операции технологического процесса обработки режущего инструмента заносятся в протоколы наблюдений и обрабатываются по правилам математической статистики.

Качество заточки определяется по наличию трещин и сетки микротрещин, наличию или отсутствию прижогов и состоянию поверхностного слоя, шероховатости обработанных поверхностей и режущих кромок, точности и стабильности геометрических параметров обрабатываемого инструмента, проценту снижения брака при алмазно-электролитической обработке и др. Определение качества заточки производится средствами и методами, применяемыми для этих целей.

Работоспособность твердосплавного инструмента при различных вариантах заточки определяется по стойкости и числу допускаемых переточек и общему сроку службы его до полной амортизации или выхода из строя. Сравнительные стойкостные испытания инструмента, обработанного алмазно-электролитическим и абразивно-алмазным способами, проводятся с соблюдением в том и другом случае одинакового критерия затупления инструмента и других условий обработки. При проведении стойкостных испытаний определяется число переточек, износ по передней и задним поверхностям и величина снимаемого за переточку припуска. При этом фиксируется причина потери работоспособности инструмента в связи с износом или аварийным выходом инструмента из строя. Количество переточек фиксируется кернением державки. Данные сравнительных стойкостных испытаний заносятся в протоколы учета движения инструментов.

Сравнительная экономическая эффективность различных вариантов заточки определяется согласно методике, приведенной в работе Б.И.Гинзбурга, И.П.Захаренко, Т.В.Трикановой "Определение экономической эффективности внедрения алмазной заточки и доводки металлорежущего инструмента" под общей редакцией докт.техн.наук В.Н.Бакуля (Киев, УкрНИИНТИ, 1971).

БФ 10003. Подписано к печати 17.I.1975 г.
Объем 1,5 печ.л. Тираж 1000 экз.
Заказ № 26, цена 8 коп.

Ротапринт ИСМ АН УССР
Киев-153, Автозаводская,2

Ответственный за выпуск

Т.И.Волкотруб